

# Ing. Elettronica

**Disciplina:** N152IEL ABILITA' RELAZIONALI

**Corso di Studio:** IEL IIN

**Crediti:** 2 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** VITALE SERGIO

P2S

**Copertura:** AFF05

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

**Disciplina:** N190IEL    **AFFIDABILITA' E CONTROLLO DI QUALITA' I**    ING-INF/07

**Corso di Studio:** IEL    0060779    **Crediti:** 5    **Tipo:** M

**Note:**

**Docente:** CATELANI MARCANTONIO    P2    ING-INF/0    **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N165IEL **ANALISI E SIMULAZIONE DI SISTEMI  
DINAMICI**

ING-INF/04

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** ANGELI DAVID

RL ING-INF/0

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

Programma del corso di  
Analisi e Simulazione dei Sistemi Dinamici

#### 1.INTRODUZIONE AI SISTEMI DINAMICI

Causalità e concetto di stato, esempi di sistemi dinamici, classificazione dei sistemi dinamici (tempo-varianti e invariati, lineari e nonlineari, statici e dinamici..)

#### 2.RAPPRESENTAZIONI DEI SISTEMI DINAMICI

Rappresentazioni locali e globali Ingresso/Stato/Uscita, rappresentazioni locali e globali Ingresso/Uscita. Sistemi lineari in rappresentazione di stato, sistemi algebricamente equivalenti.  
Funzione di trasferimento e suo significato.

#### 3.ANALISI DELLE PROPRIETA' DINAMICHE DEI SISTEMI

Calcolo della risposta mediante F.d.T, concetto di evoluzione libera ed evoluzione forzata, principio di sovrapposizione degli effetti, risposte a segnali tipici per sistemi del primo e secondo ordine (impulso, gradino, rampa) Analisi modale. Teorema della Risposta in Frequenza, risposta transitoria e risposta permanente. Diagrammi di Bode (asintotici). Esempi.

#### 4.STABILITA' DEI SISTEMI DINAMICI

Stabilità interna: stabilità, attrattività, stabilità asintotica, stabilità esponenziale, definizioni ed esempi. Punti di equilibrio e Moti periodici.

Stabilità dei sistemi lineari, criteri algebrici per la stabilità. Classificazione dei piani delle fasi per sistemi del secondo ordine: Nodo, Sella, Fuoco, Centro. Stabilità Ingresso-Uscita. Criterio di Routh.

Teoria della realizzazione, cenni sulle proprietà strutturali

(raggiungibilità e osservabilità), relazioni fra stabilità interna ed esterna.

Linearizzazione dei sistemi non lineari. Criteri di stabilità e instabilità. Caso critico (cenni sull'uso dell'energia per verificare la stabilità).

#### 5.I SISTEMI TEMPO DISCRETO

Rappresentazioni mediante trasformata Z. Calcolo della risposta mediante trasformata

Z. Analisi modale e armonica. Stabilità. Discretizzazione dei sistemi TC.

#### 6.ESERCITAZIONI MATLAB e SIMULINK

Simulazione di sistemi dinamici mediante matlab e simulink. Diagrammi di Bode in Matlab e rappresentazioni di stato e I/O di sistemi lineari.

**Disciplina:** N000IEL ANALISI MATEMATICA I

MAT/05

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** TIBERIO UMBERTO

P2 MAT/03

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Matematica Applicata "G.Sansone"

---

#### INSIEMI

Sommatorie. Binomio di Newton. Numeri razionali e reali.

Massimi e minimi. Il concetto di estremo superiore ed inferiore.

#### NUMERI COMPLESSI

La struttura algebrica del campo dei numeri complessi.

Forma trigonometrica e forma esponenziale Formula di De Moivre.

#### SUCCESSIONI E SERIE NUMERICHE

Definizione di successione e limite. Unicit  del limite. Criterio del confronto

s.d. Teorema della permanenza del segno. Successioni monotone. Il numero di

Nepero. Le stime asintotiche. Definizione di somma di una serie. La serie geometrica e la serie armonica

generalizzata. Criteri di convergenza: del confronto del rapporto e della radice. Criterio del confronto asintotico.

Criterio di Leibniz per le serie a segno alterno. Per i criteri le dimostrazioni non sono richieste.

#### FUNZIONI DI UNA VARIABILE

Generalit  sulle funzioni. Limiti, continuit  e asintoti di funzioni. Composizione di funzioni. Funzioni invertibili.

Funzione logaritmica, funzione esponenziale e funzioni trigonometriche. Teorema di Weirstrass (solo enunciato).

Teorema degli zeri. Teorema dei valori intermedi. Alcuni limiti notevoli.

#### CALCOLO DIFFERENZIALE

Derivate. Le regole di derivazione. Derrivata della funzione inversa. Teorema di Lagrange e le sue conseguenze.

Massimi, minimi e flessi. Convessit  e concavit . Teorema di Fermat e Teorema di Rolle. Il concetto di differenziale.

Il teorema di de l'Hopital s.d. Formula di Taylor e serie di Taylor. Calcolo integrale. Il teorema fondamentale del

calcolo integrale. Il teorema del valor medio per il calcolo integrale. Integrali generalizzati. La funzione integrale.

**Disciplina:** N015IEL ANALISI MATEMATICA II

MAT/05

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** PELLEGRINI GABRIELLA

P2

MAT/05

**Copertura:** TITAN

**Ente appartenenza:** Dip. Matematica Applicata "G.Sansone"

---

Funzioni reali di piu' variabili reali.

Calcolo differenziale. Limiti, continuita', derivate parziali, differenziale.

Derivate successive. Formula di Taylor.

Ottimizzazione: Estremi liberi. Punti critici.

Funzioni definite implicitamente.

Estremi vincolati. Problemi con vincoli. Moltiplicatori di Lagrange.

Calcolo integrale per funzioni di piu' variabili

Calcolo differenziale per funzioni di piu' variabili a valori vettoriali

Serie di potenze

Equazioni differenziali.

**Disciplina:** N187IEL **ANTENNE E PROPAGAZIONE**

ING-INF/02

**Corso di Studio:** IEL 0061063

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Antenne c.l. ELE e TLC V.O.

**Docente:** PELOSI GIUSEPPE

P1 ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N182IEL **BIOMECCANICA**

ING-IND/34

**Corso di Studio:** IEL 0061248

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Biomeccanica C.L. Mec

**Docente:** CORVI ANDREA

P2 ING-IND/

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---



**Disciplina:** N191IEL    **CAD PER SISTEMI ELETTROMAGNETICI**    ING-INF/02

**Corso di Studio:** IEL    0060803    **Crediti:** 5    **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da c.l. ELE e TLC v.o.

**Docente:** SELLERI STEFANO    RL    ING-INF/0    **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Note:**

Calcolatori Elettronici per Ing. Elettronica  
Prof. P. Nesi

-- Aspetti Generali

L'elaboratore elettronico digitale  
digitale ed analogico, L'elaboratore  
dati, programma/procedura/ risultati

-- Algebra di Boole

I numeri booleani  
L'algebra di Boole  
operatori: and, or, not, implica e coimplica  
analogia elettrica, and or not  
simboli logici: and, or not  
proprietà di invarianza  
proprietà di assorbimento, 1, 2, 3  
Legge di De Morgan, 1, 2  
tabelle della verità'  
verifiche con tabelle della verità'  
sintesi come somme di prodotti  
sintesi come prodotti di somme  
semplificazione delle equazioni  
rappresentazione in forma logica  
dualità, and-or, supporto del not  
not and and come base oppure or e not

-- Sistemi di Numerazione

Sistemi di numerazione posizionale  
Base, simboli della base, semantica, etc.  
forma polinomia  
Base 5, per esempio,  
Base 10 per esempio,  
Numeri naturali e loro ordinamento  
Numeri binari, base 2  
Conversioni da binari a decimale  
Dimostrazione del metodo delle divisioni successive  
Conversione da decimale a binario  
Operatori di and, or, not fra numeri binari  
Rappresentazione in forma logica  
Numeri binari in virgola fissa e loro forma polinomia  
Dimostrazione del metodo delle moltiplicazioni successive  
concetti di dinamica, precisione, loro valutazione  
definizioni di: nibble, byte, word, Kbyte, Mbyte, GByte, Tbyte  
definizioni di: semibyte, MSB, LSB  
Operazioni fra binari: somma, differenza e prodotto  
Rappresentazione di numeri binari  
Rappresentazione complemento a 2  
Definizione formale di completo a 2  
Operazioni completo a 2, overflow e carry, 4 casi  
complemento a 2 veloce  
Complemento a 1  
Definizione formale di completo a 1  
Relazione fra Complemento a 2 e Complemento a 1  
Proprietà dei complementi  
Divisione fra numeri binari, con resto e parte frazionaria

Rappresentazione in esadecimale  
Relazione fra esadecimale e binari  
Rappresentazione ASCII, tabelle  
Metodo delle divisioni successive su esadecimale.

-- Reti logiche di base  
NAND, NOR, XOR (il coimplica O+)  
Comparatore, Sommatore, Full Adder  
Logica del Half Adder  
Logica del Full Adder  
Sommatore e trabocco, overflow e carry  
la ALU come sommatore controllato  
Buffer, Selettore e Multiplex  
Il Decoder  
Memoria e sue dimensioni  
La memoria: dati, indirizzi, ~read, ~write  
Evoluzione temporale dei segnali  
Logica combinatorie e sequenziale  
Latch di NOR, (Flip-Flop)  
evoluzione dei segnali, concetto di stato  
Flip flop SR, diagrammi temporali e logica  
Flip Flop JK, diagrammi temporali  
Shift register  
Flip Flop D e T, diagrammi temporali  
Il contatore  
Il segnale di clock

-- Il calcolatore, aspetti di base  
La struttura del calcolatore  
Il bus di sistema  
bus indirizzi, bus dati, bus controlli  
Memoria: RAM, ROM, PROM, EPROM, EEPROM  
Memoria ciclo di lettura, tempo di accesso  
Accesso all'I/O  
Evoluzione temporale dei segnali  
Macchine di Von Neuman e Harvard  
La CPU RISC e CISC, evoluzione intel in questi anni  
La storia delle CPU, MINI, MAINFRAME, PDP, PC  
Il sistema di I/O, alcuni dispositivi  
La memoria di massa  
Gli stati della CPU: fetch e execute  
La CPU: UO e UC (parte di controllo e parte operativa)  
MAR e MDR  
PC e istruzioni  
registri interni: IR,  
la ALU e i registri dei flag  
La fase di Fetch  
La codifica delle istruzioni  
La decodifica dell'istruzione  
La CPU con un solo bus interno  
La CPU con 3 bus interni  
Il transceiver, tre stati  
Decodifica delle istruzioni e divisione sui cicli  
Logica Cabala  
Logica Microprogrammata, verticale ed orizzontale  
Evoluzione negli anni.

-- L'architettura software di un calcolatore  
hardware e software  
Il firmware, BIOS  
BOOT process  
I driver ed il sistema operativo  
la memoria di configurazione  
le prestazioni: mips e mops,  
tabelle comparative delle prestazioni

-- l'8086  
l'8086, piedinatura  
Struttura interna  
BIU e UC  
registri generali  
registri di segmento  
registri specifici  
PC e IP (program counter ed instruction pointer)  
memorie di massa  
l'8086, i registri di segmento  
indirizzo logico e fisico  
istruzioni di base add, move  
calcolo dell'indirizzo fisico  
risoluzione dei segmenti  
sovrapposizione dei segmenti  
segmenti impliciti per istruzioni  
8086 Modo Minimo  
8282, il buffer latch  
BHE negato e A0  
memoria: 512 + 512 pari e dispari  
accesso ai byte singoli e alla word (tabella)  
Ciclo macchina con ALE  
bus multiplexato e demultiplex via 8282  
8086 modo minimo  
8282 funzionamento  
8286 funzionamento  
SN742245  
espansione di memoria, 256x4, decodifica, ciclo macchina  
mappa di memoria  
struttura interna della memoria, righe e colonne, ras e cas  
struttura delle periferiche di IO  
DREG, CREG, SREG  
io mappato in memoria  
io isolato, iorc, iowc, mrc, mwc  
decodifica degli indirizzi  
8255 architettura ed uso  
selezione 300 H per schede PC  
struttura generica di IO, 74373, 74244  
modalità di gestione dell'IO  
controllo di programma, dav-dac  
evoluzione dei segnali dav, dac  
gestione di programma IO, prog assembly, istruzioni IN OUT, JNZ, LOOP draft  
interruzioni  
programma principale, routine di servizio  
stack, push e pop, lifo, filo  
SS, SP, BP,

-- Il linguaggio Assembly  
Introduzione all'Assembler e al linguaggio Assembly dell'8086  
Piedinatura dell'8086 e multiplexing dei dati e degli indirizzi  
Codici mnemonici  
General purpose registers  
Segment registers  
Registro di stato e IP  
Segmentazione della memoria  
Indirizzamento logico (base e offset) e calcolo dell'indirizzo fisico  
Definizione di stack, definizione di vettore, definizione di stringa e loro rappresentazione in memoria  
Rappresentazione degli indirizzi in notazione esadecimale  
Struttura di base di un programma assembly  
Direttiva <nome> SEGMENT <nome ENDS>  
Direttiva ASSUME  
Label  
Dichiarazione di variabili (DB DW) e di vettori (DUP)  
Primi passi in un programma assembly - Struttura di base di un programma assembly  
Ambiente di sviluppo Borland Turbo Assembler (comandi tasm, tlink, td)

Programma Hello world  
Istruzione MOV  
Modi di indirizzamento: immediato, indiretto, indicizzato, basato indicizzato  
Operazioni aritmetiche e logiche  
(ADD, SBB, ADC, INC, DEC, NEG, MUL, DIV, IMUL, IDIV)  
Ambiente di sviluppo Borland Turbo Assembler (comandi tasm, tlink, td)  
Esercitazione in classe con illustrazione dell'utilizzo del tasm  
Jump non condizionali (JMP). Jump condizionali (JXX: JZ, JE, JG&#8230;). CMP. LOOP.  
Funzioni logiche (AND, OR, XOR, NOT).  
Shift e Rotate (SHL, SHR, SAL, SAR, ROL, ROR, RCL, RCR)  
Definizione di procedure (PROC NEAR, PROC FAR)  
INT 21h con codice di funzione 09h - stampa una stringa  
Esercitazione in classe con illustrazione dell'utilizzo del tasm (esercizio con DIV, uso dello stack, conversione di un numero dal codice ASCII, funzioni del DOS per stampare)  
LEA  
CALL, CALL FAR PTR, RET  
CMP  
Lo stack (PUSH, POP) - Esempio di retrieval di un valore intermedio dallo stack usando BP  
Passaggio di parametri a subroutine tramite registri e tramite stack  
Esempio di definizione di subroutine e loro invocazione, sia intersegment che extrasegment  
INT 21h con codice in AH :01h - leggi tastiera con eco,  
02h - stampa un carattere, 0Ah - input da tastiera bufferizzato, 4Ch - termina un processo.  
Esercitazione: stampa a schermo di una stringa rovesciata  
Esercitazione: stampa a schermo di una stringa di caratteri minuscoli presi in input, ma stampati maiuscoli  
INT 10h - funzioni del BIOS:  
pulitura dello schermo, posizionamento del cursore, lettura del cursore  
Interrupt Service Routine (ISR)  
Come si definisce una propria ISR: scrittura diretta della vector table,  
uso della funzione del DOS 25h.  
IRET  
Esercitazioni: lettura con ciclo di un numero di 4 cifre da tastiera, conversione da caratteri a numero puro, uso della divisione per 10 per ottenere la cifra meno significativa in DX e inserimento nello stack, stampa a video  
Esercitazioni: valore di ritorno di una procedura nello stack  
Esercitazioni: esempi con chiamate dell'INT 10h  
Assemblatore in due passi  
Tabella dei simboli  
Linker  
Rilocazione e Loader

**Disciplina:** N156IEL CALCOLO NUMERICO E STATISTICA

MAT/08

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:**

**Docente:** FONTANELLA FERRUCCIO

P1 MAT/08

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

- Problemi generali del Calcolo Numerico (aritmetica finita, complessità computazionale, condizionamento di un problema, stabilità di un algoritmo, discretizzazione).
  - Presentazione di MATLAB, principali comandi, semplici programmi.
  - Risoluzione di sistemi lineari: fattorizzazione di Gauss, utilizzo della strategia del Pivot parziale, errori e loro propagazione, malcondizionamento.
  - Risoluzione di una equazione scalare:  $f(x)=0$ : metodo di bisezione, regula falsi, metodo di Newton.
  - Interpolazione e regressione lineare ai minimi quadrati: esistenza e unicità del polinomio interpolante, problemi di malcondizionamento dei polinomi interpolanti, approssimazione di dati sperimentali.
  - Funzioni polinomiali a tratti: funzioni spline e loro applicazione al problema dell'interpolazione e della regressione lineare.
  - Alcune semplici formule per il calcolo approssimato di un integrale definito.
-

**Corso di Studio:** IEL 0060795 **Crediti:** 5 **Tipo:** M**Note:** Mutuato da Elettronica delle Microonde c.l. ELE TLC**Docente:** CIDRONALI ALESSANDRO RL ING-INF/0 **Copertura:** MUT**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

- 
- [1] Idea generale riguardante circuiti integrati a microonde, MMIC.
  - [2] Concetti fondamentali, espressione della nonlinearity nei componenti circuitali passivi e attivi a microonde. Nonlinearità a due e tre terminali.
  - [3] Sviluppo in serie di potenze di una nonlinearity e prodotti d'intermodulazione, fenomeni di compressione e punto di intercetta di ordine n.
  - [4] Metodi d'analisi assistita da CAD: introduzione all'HP-Agilent Advanced Design System.
  - [5] Reti d'adattamento mediante componenti concentrati in tecnologia MMIC.
  - [6] Concetto di stabilità per un amplificatore a microonde. Analisi mediante la tecnica dei cerchi su carta di Smith.
  - [7] Metodo del Bilanciamento Armonico, principi generali, trattazione teorica ed esempi di applicazioni a reti contenenti dispositivi a semiconduttore. Metodi di soluzione e di ottimizzazione.
  - [8] Amplificatori a microonde per applicazioni wireless in tecnologia MMIC. Configurazioni base per applicazioni generiche a piccolo segnale. Reti a più transistori a BJT e FET. Amplificatori a guadagno variabile, moltiplicatore di Gilbert.
  - [9] Schemi di reti attive per d'adattamento di impedenza e relative prestazioni.
  - [10] Esempi di progetto di amplificatori generici e a bassa cifra di rumore mediante dispositivi in package commerciali (MESFET ed HEMT serie ATF prodotti da HP-Agilent). Realizzazione di un prototipo di laboratorio.
  - [11] Amplificatori a bassa cifra di rumore, adattamento ottimo, prestazioni e parametri fondamentali. LNA in tecnologia MMIC
  - [12] Amplificatori di potenza. Classi in uso in ambiente ibrido e MMIC, parametri fondamentali. L'efficienza e la linearità di un amplificatore di potenza: tecniche per il miglioramento delle prestazioni.
  - [13] Conversione di frequenza. Principio di funzionamento mediante elementi nonlineari, teoria dell'analisi piccolo-segnale/grande-segnale, matrice di conversione. Mixer a singolo diodo, mixer bilanciati e doppiamente bilanciati. Utilizzo di ibridi a costanti concentrate. Mixer per impieghi speciali: reiezione della frequenza immagine.
  - [14] Esempi di progetto di mixers mediante dispositivi in package commerciali (MESFET ed HEMT serie ATF prodotti da HP-Agilent).
  - [15] Mixer a FET, pompato di drain e di gate, mixer resistivi a doppio gate. Cella di Gilbert a BJT e FET, mixer doppiamente bilanciato.
  - [16] Modulazioni vettoriali mediante cella di Gilbert. Modulari digitali del tipo BPSK, QPSK e QAM. Capacità di canale e banda passante.
  - [17] Sinterizzazione del segnale a microonde, tecniche e caratteristiche. Oscillatori a microonde.
  - [18] Oscillatori a retroazione di Hartley e Colpitts e oscillatori a riflessione a costanti concentrate e distribuite. Oscillatori a dielettrico. VCO, Voltage Controlled Oscillator.
  - [19] Progetto e realizzazione di un prototipo da laboratorio di VCO basato su BJT HP-Agilent: AT-41411, in tecnologia ibrida.
  - [20] Sistemi ad aggancio di fase (PLL), caratteristiche e principio di funzionamento. Tecniche di analisi e progetto del filtro di anello, comparatore di fase, divisore di frequenza.
  - [21] Cenni allo studio di sistema per un ricetrasmittitore a microonde.

**Disciplina:** N192IEL    **COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA I**    ING-INF/07

**Corso di Studio:** IEL    0060786    **Crediti:** 5    **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da c.l. ELE v.o.

**Docente:** MILLANTA LUIGI    P2    ING-INF/0    **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---



**Disciplina:** N171IEL **COMPLEMENTI DI FISICA**

FIS/01

**Corso di Studio:** IEL 0061056

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato con Fisica II c.l. ELE V.O

**Docente:** SAMPOLI MARCO

P2 FIS/01

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Disciplina:** N158IEL **COMPLEMENTI DI MATEMATICA I**

MAT/05

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** LANDUCCI MARIO

P1 MAT/03

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Matematica Applicata "G.Sansone"

---

1. Richiami sulla teoria degli spazi vettoriali

Basi, dimensione di uno spazio vettoriale.

Applicazioni lineari. Diagonalizzazione di un'applicazione lineare e di una matrice. Riduzione a forma di Jordan

2. Serie di Fourier

Funzioni periodiche. Sviluppo in serie di Fourier. Formule di Eulero.

Funzioni con periodo arbitrario. Funzioni pari e dispari e loro sviluppo in serie di Fourier.

3. Equazioni differenziali

Concetto di soluzione di un'equazione differenziale.

Problema delle soluzioni con condizioni iniziali.

Equazioni differenziali a variabili separate e riconducibili a variabili separate.

Equazioni differenziali del primo ordine lineari omogenee e non.

Applicazioni allo studio dei circuiti elettrici RL e RC.

Considerazioni sull'esistenza e l'unicità delle soluzioni di un'equazione differenziale.

Equazioni differenziali lineari del secondo ordine (a coefficienti costanti) omogenee e non.

Applicazioni allo studio di circuiti elettrici RLC.

4. Numeri complessi

Definizione di numero complesso. Il piano complesso. Operazioni tra numeri complessi e loro interpretazione geometrica. Rappresentazione cartesiana e polare di un numero complesso. Formule di De Moivre.

Radice ennesima di un numero complesso.

La funzione esponenziale. Le funzioni trigonometriche principali di un numero complesso. La funzione logaritmo.

5. Equazione 1-dimensionale delle onde.

Posizione del problema fisico.

Calcolo della soluzione col metodo di D'Alembert

(Aggiornato al 6 novembre 2001)

**PROGRAMMA :**

- 1) Richiami sui numeri complessi
- 2) Primi elementi sulle funzioni complesse di variabile complessa
- 3) Teoria dei Residui
- 4) Trasformata di Laplace
- 5) Trasformata Zeta
- 6) La serie di Fourier

**PROGRAMMA DETTAGLIATO**

**1) RICHIAMI SUI NUMERI COMPLESSI**

Forma algebrica, forma trigonometrica, forma esponenziale. Leggi di De Moivre. Equazioni algebriche e radici. L'esponenziale in campo complesso e proprietà.

**2) FUNZIONI COMPLESSE**

Funzioni complesse come trasformazioni piane. Continuità e derivabilità. Formule di Cauchy-Riemann. Funzioni analitiche. Integrale in campo complesso. Teorema di Cauchy e conseguenze. Sviluppabilità in serie di potenze di funzioni analitiche. Alcuni sviluppi notevoli [esponenziale, seno, coseno,  $1-s)^{-1}$ ].

**3) TEORIA DEI RESIDUI**

Serie di Laurent. Classificazione delle singolarità. Singolarità eliminabili, polari, essenziali e loro caratterizzazione. Il concetto di Residuo al finito. Primo teorema dei Residui e calcolo di Residui. Serie di Laurent all'infinito. Residuo all'infinito e Secondo Teorema dei Residui. Calcolo di Integrali in campo complesso.

**4) TRASFORMATA DI LAPLACE**

Funzioni di ordine esponenziale. Ascissa di Convergenza. Trasformata di Laplace e analiticità. Prime proprietà: linearità, smorzamento, omotetia, ritardo, "moltiplicazione per t". Trasformate di funzioni elementari: la funzione scalino, funzioni esponenziale, seno, coseno, polinomi. Primo Teorema della derivazione e applicazione alla risoluzione di equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti. Trasformata di Laplace della Funzione integrale. Trasformata di Funzioni periodiche. La convoluzione. Antitrasformata di funzioni razionali.

**5) TRASFORMATA ZETA**

Richiami sulle serie di potenze. Raggio di convergenza. Definizione della trasformata Zeta. Trasformate di campionamenti elementari. Le proprietà dello smorzamento, della "moltiplicazione per n", della traslazione. Antitrasformata Zeta e calcolo nel caso razionale. Il procedimento della "divisione lunga".

**6) SERIE DI FOURIER**

Polinomi trigonometrici e scarto quadratico. Serie di Fourier. Disuguaglianza di Bessel e identità di Parseval. Sviluppi formali in serie di soli seni (o coseni). Forma complessa della serie di Fourier.

**Note:**

COMUNICAZIONI ELETTRICHE I (A.A. 2001/2002)

SEGNALI DETERMINISTICI

Introduzione ai segnali: Definizioni di informazione, segnale e sistema di comunicazione. Segnali determinati e segnali aleatori. Segnali continui ad energia finita e a potenza media finita, segnali a tempo discreto, segnali numerici o digitali. Segnali aperiodici, segnali periodici e segnali ciclici. Esempi.

Lo spazio dei segnali: Lo spazio dei segnali a tempo continuo. Rappresentazione discreta di segnali continui.

Analisi di Fourier: Sviluppo in serie di Fourier di segnali periodici e di segnali ad energia finita. Esempi di applicazione dello sviluppo in serie di Fourier. Definizione di trasformata di Fourier ed esempi di calcolo. Valutazione grafica dell'integrale di convoluzione. Autocorrelazione, cross-correlazione e teorema di Parseval. La funzione delta di Dirac: definizione e proprietà. Trasformata di Fourier di segnali generalizzati: impulso unitario, impulso esponenziale, funzione segno, gradino unitario, segnale triangolare, segnali periodici, treno di delta di Dirac (Dirac comb). Definizione di banda di un segnale.

Trasformazioni lineari di segnali a tempo continuo: Caratterizzazione dei sistemi elettronici: sistemi lineari, sistemi tempo-invarianti, sistemi causali, sistemi stabili, sistemi dispersivi, sistemi attivi e passivi. Caratterizzazione analitica del funzionamento dei sistemi LTI. Condizioni di fisica realizzabilità. Analisi di sistemi LTI nel dominio della frequenza: la funzione di trasferimento o risposta in frequenza del sistema, suo significato fisico, relazione ingresso/uscita, relazione tra le densità spettrali di energia in ingresso e in uscita. Condizioni di non distorsione: distorsioni lineari, distorsione di ampiezza e distorsione di fase. Guadagno di un sistema LTI. Sistemi filtranti: filtri passa-basso e filtri passa-banda, definizione di banda passante di un filtro.

Inviluppo complesso di un segnale passabanda: Trasformata di Hilbert. Inviluppo complesso associato ad un segnale passa banda ad energia finita. Rappresentazione canonica di segnali passa-banda.

Campionamento dei segnali : Teorema del campionamento per segnali ad energia finita e banda limitata: spettro del segnale campionato, criterio di Nyquist, ricostruzione del segnale analogico per interpolazione. Aliasing. Campionamento naturale. -. Campionamento di segnali passa-banda (del 2° ordine). Esempi

Variabili aleatorie (non argomento di esame): Definizione. Funzione di distribuzione e densità di probabilità di una v.a.. Esempi di distribuzioni: distribuzione uniforme e distribuzione gaussiana. Variabili aleatorie discrete e continue, reali e complesse. Valor medio, mediana, varianza e deviazione standard. Vettori aleatori: funzione di distribuzione congiunta, densità di probabilità congiunta. Vettori gaussiani.

**Disciplina:** N164IEL **COMUNICAZIONI ELETTRICHE II**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** IEL 0060735

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Comunicazioni Elettriche c.l. TLC V.O IDT IIN

**Docente:** ALPARONE LUCIANO

RC ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N175IEL    **CONTROLLI AUTOMATICI**

ING-INF/04

**Corso di Studio:** IEL    0060784

**Crediti:** 5    **Tipo:** M

**Note:**    Mutuato da Controlli automatici c.l. ELE

**Docente:** TESI ALBERTO

P1

ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

**Disciplina:** N170IEL **ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE AZIENDALE** ING-IND/35

**Corso di Studio:** IEL IDT, IIN **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** RICCI CARLO RC ING-IND/ **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

**Disciplina:** N176IEL **ELABORAZIONE DEI SEGNALI NEI SISTEMI** ING-INF/04  
**DI CONTROLLO**

**Corso di Studio:** IEL 0061060 **Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Identificazione dei modelli . c.l. ELE, INF TLC

**Docente:** ZAPPA GIOVANNI P2 ING-INF/0 **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---



**Disciplina:** N199IEL **ELABORAZIONI NUMERICA DEI SEGNALI I** ING-INF/03

**Corso di Studio:** IEL 0060737 **Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da c.l. TLC v.o.

**Docente:** DEL RE ENRICO P1 ING-INF/0 **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N185IEL **ELETTRONICA DEI SISTEMI DIGITALI I**

ING-INF/01

**Corso di Studio:** IEL 0060794

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Elettronica dei Sistemi Digitale c.l. ELE V.O.

**Docente:** TORTOLI PIERO

P1 ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N193IEL **ELETTRONICA DELLE TELECOMUNICAZIONI I** ING-INF/01  
**Corso di Studio:** IEL 0060796 **Crediti:** 0 **Tipo:** M  
**Note:** Mutuato da c.l. ELE v.o.  
**Docente:** GUIDI GABRIELE RC ING-INF/0 **Copertura:** MUT  
**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Note:**

Programma del corso di Elettronica 1Anno Accademico 2001-2002 (Nuovo Ordinamento):

Richiami di Fisica:

- Particelle Cariche.
- Campo Elettrico, Potenziale ed Energia.
- Il concetto di Elettrovolt.
- La natura dell'Atomo.
- Livelli Energetici negli Atomi.
- Struttura Elettronica degli Elementi.
- Teoria delle Bande Energetiche.
- Isolanti, Semiconduttori e Metalli.

Il Fenomeno del Trasporto nei Semiconduttori:

- Mobilità e Conducibilità.
- Elettroni e Lacune in un Semiconduttore Intrinseco.
- Impurità dei Donatori e degli Accettori.
- Densità di carica in un Semiconduttore.
- Proprietà elettriche dei Semiconduttori.
- Distribuzione dell'Energia degli Elettroni in un Metallo.
- Funzione di Fermi-Dirac.
- La Densità di Stati.
- Concentrazione dei portatori in un Semiconduttore Intrinseco.
- Livello di Fermi in un Semiconduttore intrinseco.
- Livello di Fermi in un Semiconduttore Drogato.
- Generazione e Ricombinazione delle Cariche.
- Diffusione.
- Equazione di Continuità.
- Iniezione dei Portatori Minoritari.
- Variazione del Potenziale in un Semiconduttore a Drogaggio Graduale.

La Giunzione PN:

- La Giunzione PN.
- La Struttura a Bande di una Giunzione PN in circuito aperto.
- Il Potenziale di Contatto.
- La relazione di Einstein.
- La Polarizzazione Diretta ed Inversa della Giunzione.
- Contatto Ohmico.
- Giunzione PN in condizione di Circuito Chiuso e di Circuito Aperto.
- Legge della Giunzione.
- Le Componenti di Corrente in un Diodo PN.
- La Regione di Transizione.
- La Caratteristica Tensione Corrente.
- La dipendenza della Caratteristica dalla Temperatura.
- La Resistenza del Diodo.
- La Capacità di Transizione.
- Diodo a Controllo di Carica.
- Capacità di Diffusione.
- Tempo di Commutazione di un Diodo
- Breakdown in un Diodo.
- Diodo come Elemento di un Circuito.
- La Retta di Carico.

Il Transistor Bipolare (BJT).

- Il Transistor a Giunzione.
- Il Transistor in Circuito Aperto.
- Il transistor Polarizzato in Regione Attiva.
- Componenti di Corrente in un Transistor.
- Equazione Generalizzata del Transistor.
- Il Transistor come Amplificatore.
- Configurazione Base Comune.
- Effetto Early
- Configurazione Emittitore Comune.
- La Regione di Cut-Off in Configurazione Emittitore Comune.
- La Regione di Saturazione in Configurazione Emittitore Comune.
- Guadagno di Corrente in configurazione Emittitore Comune.
- La configurazione Collettore Comune.
- Il Modello di Ebers-Moll.
- Breakdown per Moltiplicazione a Valanga.
- Reach-through.

#### Il Transistor Bipolare a Bassa Frequenza:

- Analisi Grafica di un BJT in Configurazione Emittitore Comune.
- I Parametri Ibridi
- Modello a Parametri Ibridi del Transistor.
- I Parametri h
- Variazioni dei Parametri Ibridi.
- Formule di Conversione fra i tre Parametri Ibridi.
- Analisi di Amplificatori Utilizzando i Parametri Ibridi.
- Inseguitore di Emittitore.
- Teorema di Miller.
- Cascade di amplificatori.
- Analisi con Modello a Parametri Ibridi Semplificato.
- Emittitore Comune con resistenza di Emittitore.
- Circuiti a Transistor con Elevata Impedenza di Ingresso.

#### Il Transistor a Effetto di Campo: JFET

- Principio di Funzionamento.
- Modello a Piccolo segnale.
- Componenti Capacitive
- Saturazione delle Caratteristiche.

#### Il Transistor MOS.

- Il Condensatore MOS.
- Il Principio di Funzionamento del MOS.
- MOS a Canale N e a Canale P.
- MOS a Arricchimento e a Svuotamento.

---

Amplificatori con reazione: classificazione, concetto di reazione, analisi delle quattro configurazioni, criteri di stabilità. Condizioni di Barkhausen. Oscillatori sinusoidali. Oscillatori a sfasamento. Oscillatori a tre punti. Oscillatori a cristallo. Oscillatori a porte logiche. Amplificatore operazionale ideale e circuiti applicativi: configurazione invertente e non, inseguitore di tensione, sommatore, sottrattore, convertitore tensione-corrente, integratore, derivatore. Amplificatore operazionale reale: amplificatore differenziale, schema generale, parametri in continua e dinamici. Analisi dello schema di un amplificatore operazionale reale. Tecniche di compensazione a polo dominante con rete esterna e per effetto Miller con slittamento dei poli. Applicazioni non lineari degli amplificatori operazionali: raddrizzatore di precisione a singola e doppia semionda. Comparatori, trigger di Schmitt, Comparatore a finestra e di precisione. Multivibratore astabile. Generatori di forme d'onda quadra e triangolare. Convertitore tensione-frequenza (VCO). Multivibratore monostabile. Multivibratori con 555. Rumore negli amplificatori. Introduzione dei concetti fondamentali dei sistemi ecografici ad ultrasuoni.

Esercitazioni di laboratorio

&#61485;&#61472;Caratterizzazione della risposta in frequenza di quadripoli passivi

&#61485; Misura della risposta al gradino di quadripoli lineari

&#61485;&#61472;Raddrizzatore di precisione a singola e doppia semionda

&#61485;&#61472;Oscillatore a quarzo tipo Colpitts

Bibliografia

&#61623; Millmann-Gabel, "Microelectronics" McGraw Hill, 1981

&#61623; Tietze-Schenk, "Electronic Circuits -Design and applications "Springer Verlag Heidelberg, 1991 (\*)

&#61623; Richard C. Jaeger, &#8220;Microelectronic Circuit Design&#8221; Mc Graw Hill 1997

(\*) di consultazione

**Disciplina:** N174IEL **ELETTROTECNICA INDUSTRIALE**

ING-IND/31

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** MANETTI STEFANO

P1 ING-IND/

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N155IEL **FISICA E CHIMICA**

FIS/01

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BRUZZI MARA

P2 FIS/01

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

Programma degli argomenti di Fisica

Cinematica

Velocità' media ed istantanea - accelerazione media ed istantanea, moto rettilineo uniforme, moto rettilineo uniformemente accelerato, moto smorzato esponenzialmente, moto circolare uniforme, moto armonico, moto parabolico, moto elicoidale.

Dinamica del punto

I tre principi della dinamica, composizione di forze, reazioni vincolari, quantità' di moto e impulso, forza peso, forza elastica, forza centripeta, forze di attrito statico e dinamico, lavoro di una forza, energia cinetica, teorema dell'energia cinetica, forze conservative e non, principio di conservazione dell'energia meccanica, principio di conservazione della quantità' di moto, pendolo semplice, momento della forza, coppia di forze, momento angolare.

Cenni alla teoria di gravitazione universale

le tre leggi di Keplero, la costante di gravitazione universale, forza di attrazione gravitazionale, accelerazione gravitazionale.

Dinamica dei sistemi e corpi rigidi

Centro di massa, teorema del centro di massa, densità' volumetrica, baricentro, momento di inerzia, principio di conservazione del momento angolare, statica del corpo rigido, moto di puro rotolamento del corpo rigido, rotazione intorno ad un asse fisso di un corpo rigido, teorema di Steiner.

Meccanica dei fluidi

Pressione, legge di Pascal, legge di Stevino, principio dei vasi comunicanti, barometro di Torricelli, principio di Archimede, moto di un fluido in regime stazionario: portata ed equazione di continuità', teorema di Bernoulli, Teorema di Torricelli.

---

La struttura dell'atomo.

Costituzione atomica della materia. Isotopi. Peso atomico e peso molecolare.

Principio di indeterminazione di Heisenberg. La radiazione elettromagnetica. Spettri atomici. Equazione di Schrodinger. Numeri quantici. Significato fisico della funzione d'onda. Numero quantico di spin. Principi di Pauli e della massima molteplicità di Hund. Configurazione elettronica degli atomi e riempimento degli orbitali. Proprietà periodiche: energia di ionizzazione, affinità elettronica e raggio atomico.

Il legame chimico.

Il legame covalente. La molecola di idrogeno. Ibridazione. Formule di struttura. La risonanza. La carica formale. L'elettronegatività. Il legame covalente polare. Il legame ionico. Il legame metallico: isolanti, conduttori, semiconduttori di tipo p e n.

Lo stato solido. Solidi ionici, molecolari, covalenti e metallici.



**Disciplina:** N016IEL **FISICA II**

FIS/01

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BRUZZI MARA

P2 FIS/01

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

#### Elettrostatica nel vuoto

Cariche elettriche, isolanti e conduttori; struttura elettrica della materia: elettrone, protone e neutrone, la legge di Coulomb, campo elettrostatico: definizione, linee di forza del campo elettrostatico, campo elettrostatico prodotto da distribuzioni continue di carica, lavoro della forza elettrica; potenziale elettrostatico; energia potenziale elettrostatica; il campo come gradiente del potenziale, applicazione del teorema di Stokes al campo elettrostatico. Potenziale e campo elettrico di un dipolo elettrico, energia potenziale intrinseca, forze e momenti sul dipolo elettrico. Flusso del campo elettrico, legge di Gauss ed applicazioni, legge di Gauss in forma differenziale, divergenza di un campo vettoriale, equazioni di Maxwell per l'elettrostatica, equazioni di Poisson e Laplace. Teorema di Coulomb. Capacità di un conduttore isolato, conduttore cavo e schermo elettrostatico, condensatori: sferico, cilindrico, piano. Collegamento di condensatori: parallelo e serie. Energia del campo elettrostatico; energia di un sistema di cariche. Forza tra le armature di un condensatore, pressione elettrostatica.

#### Dielettrici

Polarizzazione dei dielettrici: vettore P, campo elettrico prodotto da un dielettrico polarizzato, densità superficiale e spaziale di cariche di polarizzazione, campo elettrico all'interno di un dielettrico polarizzato, equazioni generali dell'elettrostatica in presenza di dielettrici, il vettore induzione dielettrica D, dielettrici lineari ed omogenei, isotropi ed anisotropi, costante dielettrica relativa, suscettività elettrica, discontinuità dei campi sulla superficie di separazione tra due dielettrici, energia elettrostatica nei dielettrici.

#### Conduzione elettrica

Corrente elettrica e densità di corrente elettrica, equazione di continuità, regime stazionario, modello classico della conduzione elettrica, legge di Ohm, conducibilità, resistività, mobilità e velocità di deriva, legge di Ohm per i conduttori metallici, resistenza elettrica, calcolo della resistenza di conduttori tridimensionali, resistori in serie e parallelo, effetto Joule, forza elettromotrice, legge di Ohm generalizzata, carica e scarica di un condensatore attraverso un resistore, pila Daniell.

#### Magnetostatica nel vuoto

Linee di flusso del campo magnetico, legge di Gauss per il campo magnetico, forza magnetica su una carica in moto, forza magnetica su un conduttore percorso da corrente, momenti meccanici su circuiti piani, principio di equivalenza di Ampere, effetto Hall. Moto di una particella carica in un campo magnetico. Campo magnetico prodotto da una corrente: prima legge elementare di Laplace, permeabilità magnetica del vuoto, legge di Ampere-Laplace, legge di Biot-Savart, legge di Ampere; campo magnetico prodotto: da una spira circolare sul suo asse, da un solenoide rettilineo finito ed indefinito, da un solenoide toroidale, da una corrente piana indefinita. Forza agente tra circuiti percorsi da corrente. Flusso tra circuiti, autoflusso, coefficienti di mutua induzione e di autoinduzione. Flusso tagliato e flusso concatenato.

#### Proprietà magnetiche della materia

Magnetizzazione della materia, sostanze diamagnetiche, paramagnetiche, ferromagnetiche, permeabilità magnetica relativa e suscettività magnetica, meccanismi di magnetizzazione e correnti amperiane, equazioni generali della magnetostatica, legge di Ampere per il campo H, equazione di stato del mezzo magnetizzato, ciclo di isteresi, discontinuità dei campi sulla superficie di separazione tra due mezzi magnetizzati.

#### Campi elettrici e magnetici variabili nel tempo

Legge di Faraday-Neumann-Lenz dell'induzione elettromagnetica, origine fisica della forza elettromotrice indotta, applicazioni della legge di Faraday: attrito elettromagnetico, generatori, motori, correnti di Foucault. F.e.m. di autoinduzione, circuiti RL. Energia magnetica. Corrente di spostamento, legge di Ampere-Maxwell. Equazioni di Maxwell nel vuoto ed in presenza di mezzi materiali in forma integrale e differenziale, densità di energia elettromagnetica.

**Disciplina:** N276IEL **FISIOLOGIA**

BIO/09

**Corso di Studio:** IEL 0061061

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da c.l. Ele v.o.

**Docente:** CIOCIA GRAZIANO

P3 E06A

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

L'ORGANISMO NEL SUO INSIEME. Organi ed apparati. La cellula, i tessuti. La membrana cellulare. L'ambiente intra- ed extracellulare. Potenziale di riposo e di azione. I tessuti eccitabili.

IL SISTEMA NERVOSO. S.N. somatico. Funzioni motorie. Unità motoria, trasmissione sinaptica. I riflessi somatici. Funzioni sensitive. I recettori. Cenni sulle strutture encefaliche. L'elettroencefalogramma. Il S.N. vegetativo. Organi di senso: occhio, funzione visiva, orecchio, funzione auditiva.

MUSCOLO SCHELETRICO E LISCIO. Struttura, elettrofisiologia, meccanica della contrazione. Accoppiamento eccitazione-contrazione.

APPARATO CARDIOVASCOLARE. Organizzazione. Il miocardio. Eventi elettrici e meccanici del ciclo cardiaco. Il cuore come pompa. La circolazione: arterie, microcircolo, vene. Cenni sui circoli distrettuali. Il controllo cardiovascolare. Il sangue.

APPARATO RESPIRATORIO. La meccanica della respirazione. Gli scambi gassosi alveolari e il rapporto ventilazione/perfusione, il trasporto dei gas. Il controllo del respiro.

LA FUNZIONE RENALE. Filtrazione, riassorbimento, secrezione. Valutazione della funzione renale. Cenni sull'emodialisi.

IL SISTEMA ENDOCRINO. Endocrinologia generale e sistematica delle funzioni controllate dagli ormoni.

**Note:**

1. MODELLISTICA E SIMULAZIONE

- Modelli di stato e ingresso-uscita.
- Modelli lineari a parametri concentrati di sistemi elettrici, meccanici, idraulici e termici.
- Simulazione al calcolatore di sistemi dinamici (MATLAB+SIMULINK).

2. ANALISI DI SISTEMI LINEARI A TEMPO-CONTINUO

- Cenni sulla trasformata e antitrasformata di Laplace
- Funzione di trasferimento e risposta impulsiva
- Analisi della risposta: risposta libera e risposta forzata
- Stabilità
- Criterio di Routh-Hurwitz
- Risposta al gradino
- Analisi armonica
- Risposta in frequenza e sue rappresentazioni grafiche mediante diagrammi di Bode e Nyquist.

3. ANALISI DI SISTEMI A RETROAZIONE

- Stabilità interna
- Criterio di Nyquist
- Margini di stabilità
- Specifiche statiche: errori a regime e tipo del sistema
- Specifiche dinamiche nel dominio del tempo (sovranelongazione, tempo di assestamento e tempo di salita)
- Specifiche dinamiche nel dominio della frequenza (picco di risonanza, banda passante, margine di fase e pulsazione di attraversamento)
- Correlazioni empiriche fra le varie specifiche
- Il luogo delle radici

4. SINTESI DI SISTEMI DI CONTROLLO A RETROAZIONE

- Funzioni compensatrici elementari: funzione attenuatrice ed anticipatrice
- Sintesi per tentativi nel dominio della frequenza
- Sintesi per tentativi mediante il luogo delle radici
- Compensatori PID

**Disciplina:** N168IEL **FONDAMENTI DI ELETTROMAGNETISMO**

ING-INF/02

**Corso di Studio:** IEL 0060782

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Campi Elettromagnetici cc.II ELE, TLC V.O

**Docente:** FRENI ANGELO

RC ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

Richiami di matematica - Generalità sui sistemi di coordinate: cartesiane, cilindriche, sferiche. Operazioni differenziali ed integrali su funzioni scalari e vettoriali. Funzione di Dirac. Trasformata di Fourier.

Equazioni di Maxwell - Equazioni di Maxwell in forma differenziale. Equazioni di Maxwell nel dominio della frequenza. Equazioni di Maxwell in un mezzo omogeneo. Equazioni di Maxwell in un mezzo non omogeneo. Onde piane.

Campi statici - Equazioni di Maxwell per campi elettrostatici e magnetostatici. Energia elettrostatica e magnetostatica.

Energia associata ad un campo elettromagnetico - Teorema di Poynting nel dominio del tempo. Teorema di Poynting nel dominio della frequenza.

Teoria circuitale delle linee di trasmissione - Costanti primarie di una linea di trasmissione. Tensione e corrente lungo una linea di trasmissione. Costanti secondarie di una linea di trasmissione. Linee prive di perdite: linea adattata, linea aperta, linea in corto circuito, linea chiusa su un carico generico. Linee con piccole perdite. Adattamento di una linea al carico. Carta di Smith e suo uso.

**Note:**

1. Richiami sull'elaborazione elettronica

L'organizzazione del computer

I linguaggi macchina, assembly e di alto livello

La programmazione strutturata

Le basi dell'ambiente C

2. Introduzione alla programmazione in C

Semplici programmi in C: visualizzare una riga di testo, sommare due interi

Nozioni sulla memoria

L'aritmetica del C

Operatori di uguaglianza e relazionali

3. Sviluppo di programmi strutturati

Gli algoritmi

Le strutture di controllo

La struttura di selezione if

La struttura di selezione if/else

La struttura di iterazione while

Gli operatori di assegnamento

Gli operatori di incremento e decremento

4. Il controllo del programma

Gli elementi della iterazione

Iterazione controllata da un contatore

La struttura di iterazione for

La struttura for: note e osservazioni

La struttura di selezione switch

La struttura di iterazione do/while

Gli operatori logici

5. Le funzioni

I moduli di programma in C

Le funzioni della libreria matematica

Le funzioni

Le definizioni di funzione

I prototipi di funzione

Invocare le funzioni: chiamata per valore e per riferimento

Le regole di visibilità

La ricorsione

Esempi di utilizzo della ricorsione: fattoriale, serie di Fibonacci

Ricorsione e iterazione

6. I vettori

La dichiarazione dei vettori

Esempi di utilizzo dei vettori

Passare i vettori alle funzioni

I vettori multidimensionali

7. I puntatori

Dichiarazione e inizializzazione dei puntatori

Gli operatori sui puntatori

La chiamata per riferimento delle funzioni

Le espressioni con i puntatori e l'aritmetica dei puntatori

I puntatori a funzioni

I caratteri e le stringhe

I concetti fondamentali delle stringhe e dei caratteri

Le funzioni della libreria per l' input/output standard

8. La formattazione dell' input/output

Printf e scanf

Visualizzare interi, numeri in virgola mobile, stringhe e caratteri

9. Le strutture

La definizione delle strutture

Inizializzare le strutture

Accedere ai membri delle strutture

Usare le strutture con le funzioni

Typedef

10. Le strutture di dati

Le strutture ricorsive

Allocazione dinamica della memoria

Le liste concatenate

Le pile

Le code

Gli alberi

11. Analisi di programmi: la complessità

Efficienza dei programmi

Modello di costo

Comportamento asintotico

Valutazione della complessità di un programma

Istruzione dominante

12. Il problema della ricerca

Ricerca sequenziale

Ricerca binaria

Alberi binari di ricerca

13. Il problema dell'ordinamento

Ordinamento per selezione

Ordinamento a bolle

Ordinamento per fusione

Ordinamento veloce

14. Introduzione all' ambiente di programmazione Matlab

**Disciplina:** N167IEL **FONDAMENTI DI INFORMATICA II**

ING-INF/05

**Corso di Studio:** IEL IDT IIN

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FRASCONI PAOLO

P2 ING-INF/0

**Copertura:** TITAN

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

vedi FONDAMENTI DI INFORMATICA II per il CdL in Ingegneria Informatica

**Disciplina:** N177IEL **FONDAMENTI DI RICERCA OPERATIVA** MAT/09

**Corso di Studio:** IEL 0060704 **Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Ricerca Operativa c.l. INF V.O.

**Docente:** SCHOEN FABIO P1 MAT/09 **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---



A.A.2001/2002

1) I VETTORI

I vettori applicati e una definizione formale di vettore libero.

Somma tra vettori liberi e prodotto di un numero per un vettore libero.

Il concetto di dipendenza lineare. La nozione di Angolo di due vettori e la proiezione ortogonale di un vettore  $v$  su un vettore  $w$ . Componente orientata. Prodotto scalare, vettoriale e misto.

Doppio prodotto vettoriale.

2) APPLICAZIONI DI CALCOLO VETTORIALE ALLA GEOMETRIA ANALITICA

Base ortogonale. Sistema di riferimento cartesiano. Equazione vettoriale ed equazioni parametriche e cartesiane di una retta nello spazio a tre

dimensioni. Equazioni parametriche ed equazione cartesiana e vettoriale di un piano. Interpretazione geometrica dei coefficienti sia per l'equazione cartesiana del piano sia per le equazioni della retta. Questioni metriche e relazioni di parallelismo e ortogonalita' tra rette, tra piani e retta piano. Stella di piani, stella di rette e fascio di piani.

3) MATRICI

Nozioni introduttive. Terminologia e simbolismo. Struttura algebrica nell'insieme delle matrici. Rango per righe e rango per colonne.

Il metodo di riduzione di Gauss per il calcolo del rango.

4) SPAZI VETTORIALI E TRASFORMAZIONI LINEARI

La definizione di spazi vettoriale. Sottospazi. Generatori.

Spazi vettoriali finitamente generati. Base di uno spazio vettoriale.

Teorema della dimensione. Somma e intersezione di sottospazi.

La definizione di trasformazione lineare.

Le proprieta' fondamentali e la

matrice associata a una trasformazione lineare. Teorema nullita' + rango.

5) MATRICI E SISTEMI LINEARI

Il determinante di una matrice quadrata. Proprieta' del determinante. I

sistemi lineari e i teoremi di Rouche' - Capelli e di Cramer. Il metodo di riduzione di Gauss e il calcolo delle soluzioni di un sistema lineare.

Inversa di una matrice quadrata.

6) AUTOVALORI E AUTOVETTORI

Il polinomio caratteristico, Gli autovettori e il problema della diagonalizzazione.

7) SPAZI EUCLIDEI

Definizione. Il concetto dello spazio ortogonale a un sottoinsieme di uno spazio euclideo. Basi ortogonali e ortonormali. IL teorema di decomposizione

ortogonale e cenni sul metodo dei minimi quadrati

**Disciplina:** N169IEL **INFORMATICA INDUSTRIALE**

ING-INF/05

**Corso di Studio:** IEL 0060624

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Informatica Industriale c.l. INF V.O

**Docente:** FANTECHI ALESSANDRO P2 ING-INF/0 **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

Programma dettagliato

Il corso si suddivide in tre moduli, elencati in ordine (decrescente) di tempo dedicato:

Tecniche di progetto di sistemi affidabili (35 ore)

Concetti di base di tolleranza ai guasti ed affidabilità.

Tecniche di prevenzione del guasto.

Tecniche di rilevazione del guasto.

Tecniche di ridondanza.

Codici di rilevazione e correzione di errore

Architetture di sistemi fault-tolerant commerciali.

Introduzione alla certificazione del software di sistemi critici (10 ore)

I principi del testing del software

Necessità dell'uso di metodi formali per la produzione di software affidabile

Tendenze industriali riguardo all'uso di metodi formali

Normative internazionali sulla certificazione del software

Microcontrollori e loro applicazioni industriali. (10 ore)

Caratteristiche dei microcontrollori in commercio

Applicazioni industriali dei microcontrollori

(Ultimo aggiornamento: 14/2/2002)

**Disciplina:** N184IEL **INFORMATICA MEDICA**

ING-INF/06

**Corso di Studio:** IEL 0060801

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Informatica medica c.l. Inf ele

**Docente:** MARCHESI CARLO

P2 ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

Richiami sulle tecniche di acquisizione di segnali e dati; la preparazione dei dati; segnali autocorrelati e segnali casuali; richiami sui filtri attraverso esempi di specifico interesse biomedico; rivelazione di eventi e loro classificazione in un opportuno spazio metrico dei parametri; documentazione per la caratterizzazione del paziente, le basi di dati, distribuzione in rete locale, metodi di ausilio alla decisione clinica.

Criteri ergonomico-estetici per la progettazione di strumentazione personale, criteri per l'interazione bidirezionale uomo-macchina.

Considerazioni sulla evoluzione della medicina e delle tecnologie per la medicina. Gli ausili per i disabili.

**Disciplina:** N157IEL **LABORATORIO DI TELEMATICA**

ING-INF/05

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BIZZARRI CLAUDIO 25U

**Copertura:** ART25

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

---

**1 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE (EDO)**

Definizioni e terminologia; la forma normale; l'equazione del primo ordine  $y'(x)=f(x,y(x))$  per funzioni  $y(x)$  definite su  $\mathbb{R}$  ed a valori in  $\mathbb{R}^n$  come forma generale rappresentativa di EDO di ordine  $n$  e di sistemi di  $n$  EDO del primo ordine; il problema di Cauchy o ai valori iniziali (PVI); il teorema di esistenza ed unicità (TEU) per il PVI: caso di equazioni del primo ordine per funzioni scalari (da  $\mathbb{R}$  in  $\mathbb{R}$ ) e caso generale (senza dimostrazione); conseguenze del TEU per i sistemi lineari; metodi risolutivi per le equazioni scalari del primo ordine: a variabili separabili, equazioni omogenee, equazioni lineari complete, equazioni del tipo di Eulero.

EDO del secondo ordine: metodi risolutivi per le equazioni riconducibili ad equazioni del primo ordine; equazioni integrabili per quadrature; equazioni lineari a coefficienti costanti, caso omogeneo e non omogeneo; interpretazione geometrica ed analisi qualitativa per le EDO del secondo ordine e per i sistemi del primo ordine di dimensione 2: il piano delle fasi.

Stabilità delle soluzioni: definizione di stabilità secondo Liapunov, stabilità asintotica; il criterio di stabilità lineare (senza dimostrazione); classificazione della stabilità delle soluzioni di equilibrio nel piano delle fasi (centro, punto sella, fuoco, nodo); analisi qualitativa con il metodo dell'energia.

Modelli meccanici ed in teoria dei circuiti che vengono formulati come EDO: l'oscillatore armonico, l'oscillatore armonico smorzato e forzato e la risonanza lineare, il pendolo non lineare.

Modelli in Meccanica dei Continui che vengono formulati come equazioni differenziali a derivate parziali: l'equazione della diffusione e l'equazione delle onde (unidimensionali).

**2 - SERIE DI FOURIER (SF)**

Polinomi di Fourier; serie di Fourier, calcolo dei coefficienti; convergenza in media quadratica; le condizioni di Dirichlet; l'uguaglianza di Parseval; convergenza puntuale della SF e delle serie derivate; funzioni pari e dispari e loro SF; SF di funzioni definite su un intervallo; forma complessa della SF.

**3 - TRASFORMATA DI FOURIER (TF)**

Trasformata di Fourier dedotta in modo formale dalla SF in forma complessa; antitrasformata di Fourier (ATF); condizioni per l'esistenza della TF e della ATF; linearità della TF e della ATF; TF della funzione riscalata e traslata (formule del ritardo); TF della funzione derivata; TF del prodotto di convoluzione; teorema di Plancherel (senza dimostrazione); uguaglianza di Parseval.

**4 - TRASFORMATA DI LAPLACE (TL)**

Definizione della Trasformata di Laplace; condizioni di esistenza; linearità della TL; TL del prodotto di convoluzione; formula del ritardo; TL di funzioni derivate e di primitive; derivata della TL; TL di una funzione periodica; la formula dell'antitrasformata; metodi per il calcolo di antitrasformate elementari.

**Disciplina:** N186IEL **MICROELETTRONICA I**

ING-INF/01

**Corso di Studio:** IEL 0061059

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Elettronica III c.l. ELE INF v.o.

**Docente:** ATZENI CARLO P1 ING-INF/0 **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

Il programma di Microelettronica I è parte di quello di Elettronica III del  
previgente ordinamento.

**Note:**

aa. 2001-2002 - I Sottoperiodo

1) Impostazione metrologica di base. Perché si misura, motivazioni di tipo commerciale e legale, di tipo tecnico e scientifico: termini e definizioni fondamentali in metrologia, la metrologia sul WEB. Grandezze di influenza e loro specifiche. Il procedimento conoscitivo sperimentale, tipi di grandezze. La stima delle incertezze nel procedimento di misurazione (norma UNI 4546 e ISO/TAG 4/WG 3). Errore e incertezza. Definizioni e sorgenti di incertezza. Il modello deterministico e il modello probabilistico. Classificazione tipo A e tipo B. Incertezza standard. Incertezza standard combinata nelle misure indirette. Misura simultanea di più grandezze. Fattore di copertura. Incertezza estesa. Presentazione di un risultato di misura. La compatibilità delle misure. Metodi di misurazione: a lettura diretta e a letture ripetute; per opposizione, per sostituzione e con memoria della funzione di taratura. Misurazioni indirette. Esempio pratico di calcolo delle incertezze nella misura della resistenza di un resistore con ohmetro, metodo voltamperometrico e ponte di Wheatstone. La caratterizzazione di un dispositivo per misurazione: prestazioni e prescrizioni in regime stazionario (funzione di taratura, risoluzione, isteresi, ripetibilità, stabilità, prescrizioni d'uso) e dinamico (risposta in frequenza e risposta al transitorio). Il Sistema Internazionale di unità di misura SI. Unità di base e supplementari e relative unità (UNI 10003 - D.M. 591). Principali grandezze derivate e relative unità. Unità di misura di uso comune non appartenenti al Sistema Internazionale. Multipli e sottomultipli. Regole di scrittura. L'organizzazione internazionale della metrologia (ISO, IEC, CEN, CENELEC) Sistema Nazionale di Taratura (UNI, CEI).

2) Misura di grandezze elettriche continue ed alternate. Definizioni e principi di funzionamento degli strumenti di misura per grandezze elettriche. I decibel. Effetto di carico. Trasferimento di tensione e potenza. Ampiezza di banda e tempo di salita. Strumenti di misurazione per grandezze non elettriche: sensori, classificazione, parametri fondamentali ed effetti fisici coinvolti. Strumenti di misurazione e controllo per grandezze elettriche: classificazioni. Descrizione e impiego (norme CEI 85) di strumenti indicatori analogici elettromeccanici (magnetoelettrici ed elettrodinamici) ed elettronici per misure di grandezze continue (voltmetri ad accoppiamento diretto, a chopper, potenziometrici) e di grandezze alternate (a valor medio, di picco, a vero valore efficace). Oscilloscopi di tipo analogico (struttura generale, tubo a raggi catodici, deflessione orizzontale e verticale, oscilloscopi a tracce multiple, sonde) e digitale (schema a blocchi, blocco di ingresso e conversione A/D, evento di trigger, visualizzazione, parametri, accuratezza, prestazioni). Misure con oscilloscopi. Contatori elettronici (schema a blocchi, misure di periodo e frequenza). Voltmetri numerici ad integrazione (a doppia rampa) e sensibili al valore istantaneo (con rampa, ad approssimazioni successive, flash converter) e multimetri digitali (misure di correnti, tensioni e resistenze, accuratezza). Analizzatori di stati logici (schema a blocchi, visualizzazione e procedura di test di un sistema a microprocessore). Sistemi automatici di misura (caratteristiche, interfaccia standard IEEE-488.1, messaggi e linee di gestione). Strumenti virtuali (Labview).

Esercitazioni di laboratorio:

1. Analisi delle incertezze di misure: GUM workbench;
2. Misure di ampiezza, frequenza e fase con oscilloscopio digitale;
3. Caratterizzazione di un amplificatore operazionale;
4. Sistemi automatici di misura (Labview);
5. Analisi di un segnale nel dominio della frequenza

**Disciplina:** N183IEL **MODELLI DI SISTEMI FISIOLOGICI**

ING-INF/06

**Corso di Studio:** IEL 0060807

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Modelli dei Sistemi biologici cc.ll. ELE, INF

**Docente:** EVANGELISTI ATTILIO

P2 ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---



**Disciplina:** N195IEL **OPTOELETTRONICA I**

ING-INF/01

**Corso di Studio:** IEL 0061064

**Crediti:** 0 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da c.l. ELE v.o.

**Docente:** BIAGI ELENA

P2 ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N172IEL **ORGANIZZAZIONE POLITICA EUROPEA**

IUS/14

**Corso di Studio:** IEL IDT, IIN

**Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BINDI FEDERIGA

25U

**Copertura:** ART25

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

Il corso si articola attorno alle seguenti tematiche:

1. Storia dell'integrazione europea: le origini. Dal Mercato Comune al Mercato Interno. Dal Trattato di Maastricht al Trattato di Nizza? Unione Economica e Monetaria. La sfida dell'allargamento ad Est.  
Readings: Dispense Cap. 1

2. Come funziona l'Unione Europea. Le istituzioni ed i processi decisionali nel I Pilastro.  
Readings: Dispense Capp. 2 & 3

3. Il diritto comunitario e la sua applicazione.  
Readings: Dispense Cap. 3

4. Le relazioni tra gli Stati membri e l'Unione: elaborazione e applicazione del diritto comunitario. Il caso italiano  
Readings: Dispense Cap. 4

**Disciplina:** N245IEL **ORIENTAMENTO PROFESSIONALE**

**Corso di Studio:** IEL IDT, IIN

**Crediti:** 2 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FERRARA VALENTINA 25U

**Copertura:** ART25

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

La lettera di presentazione

1. Finalità, struttura, caratteristiche della lettera di presentazione
2. L'organizzazione delle informazioni e l'aggiornamento
3. Aspetti relazionali e di contenuto

Il curriculum vitae

1. Finalità, struttura e caratteristiche fondamentali del curriculum vitae
2. L'organizzazione delle informazioni e l'aggiornamento
3. Aspetti formali e di contenuto

Il colloquio di lavoro

1. La preparazione come conoscenza di sé
2. Le fasi del colloquio di lavoro
3. Le regole da ricordare nella gestione di un colloquio di lavoro

Vedi anche diapositive all'indirizzo <http://www.ing.unifi.it/italiano/DIDATT/diapositiveFerrara.htm>

**Disciplina:** N200IEL    **PROGETTAZIONE AUTOMATICA DI**    ING-INF/01  
**CIRCUITI ELETTRONICI I**

**Corso di Studio:** IEL    0061115    **Crediti:** 5    **Tipo:** M

**Note:** MUtuato da c.l. ELE v.o.

**Docente:** PIRRI FRANCO    P2    ING-INF/0    **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N179IEL **ROBOTICA E AUTOMAZIONE INDUSTRIALE** ING-INF/04

**Corso di Studio:** IEL **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** ALLOTTA BENEDETTO P2 ING-IND/ **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Disciplina:** N178IEL **SISTEMI E TECNOLOGIE PER L'ENERGIA** ING-IND/09

**Corso di Studio:** IEL 0060541 **Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Sistemi energetici cc.ll. ELE, INF,

**Docente:** FACCHINI BRUNO P2 ING-IND/ **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Disciplina:** N180IEL **STRUMENTAZIONE BIOMEDICA**

ING-INF/06

**Corso di Studio:** IEL 0060814

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Strumentazione Biomedica c.l. Ele

**Docente:** DUBINI SILVANO

P2 ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N173IEL **TECNICHE PER IL CONTROLLO DEI PROCESSI** ING-INF/04

**Corso di Studio:** IEL 0060901 **Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Sistemi adattativi c.l.ELE INF V.O.

**Docente:** MOSCA EDOARDO P1 ING-INF/0 **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---



---

"TECNOLOGIE BIOMEDICHE" - NO - Programma previsto per l'A.A. 2002-2003 (Ing. ELE).

INTRODUZIONE: storia delle Bioimmagini, molteplicità di metodi, peculiarità.

CARATTERIZZAZIONE DEI SISTEMI DI IMMAGINE: generalità, frequenza spaziale, parametri fisici, immagini fotoniche. Discretizzazione: campionamento e quantizzazione, fattori di distorsione. Qualità di un'immagine: teoria del rilevamento del segnale, matrice stimolo-risposta, curve ROC e loro confronto, curve FROC.

TRATTAMENTO DELLE IMMAGINI NUMERICHE: generalità, fruizione. Operazioni su immagini: puntuali, locali, geometriche, algebriche e logiche. Esaltazione del contrasto: tecniche di modificazione dell'istogramma, equalizzazione, amplificazione della dinamica, finestra dei grigi, specificazione dell'istogramma.

FORMAZIONE DI IMMAGINI MEDICHE: emissione spontanea, interazione con energia, interazione mirata, immagini funzionali, applicazioni di interesse medico.

RADIAZIONI IONIZZANTI: sorgenti (radioisotopi e macchine radiogene), dose, valutazione della dose in radiodiagnostica, effetti, elementi di radioprotezione.

IMMAGINI A RAGGI X: generalità, sorgente, bersaglio: interazione raggi X-materia, mezzi di contrasto, recettori, immagini statiche e dinamiche. Tecniche di radiografia numerica: videoradiografia e DSA, computer radiography e digital radiography. La tomografia computerizzata: geometrie di scansione, spiral CT ed evoluzioni.

IMMAGINI RADIOISOTOPICHE: generalità, rivelatori di radiazioni, radiofarmaci. Sistemi di immagine planare: componenti e funzionamento della gamma-camera. Tomografia ad emissione di fotoni: SPECT e PET.

IMMAGINI AD ULTRASUONI: generalità, generazione e propagazione. Tecnica ad eco-impulsi. Tecniche di scansione: modi di visualizzazione e ecotomografia. La flussimetria Doppler.

IMMAGINI DI RISONANZA MAGNETICA: principi fisici: spin e segnale MR. Sequenze di eccitazione. Agenti di contrasto. Misure di flusso. La fMRI. Componenti hardware.

ALTRE TECNICHE DI IMMAGINE: termografia, MEG, EIT, cenni su metodi ottici.

#### ESERCITAZIONI NUMERICHE SUGLI ARGOMENTI TRATTATI

TESTO DI BASE : BIOIMMAGINI di G.Valli e G.Coppini, Pàtron ed, Bologna, 2002  
+ appunti dalle lezioni e dalle esercitazioni.

#### TESTI DI CONSULTAZIONE :

Fazio,Valli: Tecnologie e metodologie per le immagini funzionali, Pàtron, 1999

Jain : Fundamentals of digital image processing, Prentice Hall, 1989

Webb : The Physics of Medical Imaging, Inst. of Physics Publ., 1992

ATTESTAZIONE DI FREQUENZA: d'ufficio.

MODALITA' DI ESAME: orale.

**Disciplina:** N159IEL **TEORIA DEI CIRCUITI**

ING-IND/31

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** MANETTI STEFANO

P1 ING-IND/

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

Grandezze elettriche fondamentali. Teoria dei Circuiti e suoi limiti di applicabilità. Leggi di Kirchoff. Componenti passivi. Connessioni serie e parallelo di componenti. Partitore di tensione e di corrente. Trasformazioni stella-triangolo. Principio di sovrapposizione degli effetti. Teoremi di Millman, di Thevenin, di Norton.

Metodi di analisi su base maglie e su base nodi.

Componenti attivi. Generatori controllati. Analisi di reti resistive contenenti componenti attivi. Cenni ai circuiti con amplificatori operazionali.

Analisi mediante soluzione di equazioni differenziali. Analisi di circuiti del primo ordine con metodo semplificato. Risposta transitoria e risposta permanente. Costante di tempo. Calcolo della risposta a regime con eccitazioni costanti e con eccitazioni sinusoidali.

Valore efficace. Fasori. Circuiti equivalenti nel dominio dei fasori. Circuiti risonanti serie e parallelo. Coefficiente di risonanza. Larghezza di banda.

Funzione di rete. Risposta in frequenza, risposta in ampiezza e risposta in fase.

Potenza attiva, fattore di potenza, potenza reattiva, potenza apparente e potenza complessa. Triangolo delle potenze. Conservazione della potenza complessa. Rifasamento. Teorema del massimo trasferimento di potenza.

